

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/055084 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: C08G
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014364
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. Dezember 2003 (17.12.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 59 048.6 17. Dezember 2002 (17.12.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): EMS-CHEMIE AG [CH/CH]; Reichenauerstrasse,
CH-7013 Domat/Ems (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOFFMANN, Botho
[DE/CH]; Via Nova 120 B, CH-7013 Domat/Ems (CH).
HOFF, Heinz [DE/CH]; Rossbodenstrasse 30, CH-7015
Tamins (CH). LIEDLOFF, Hanns-Jörg [DE/CH]; Via
Caguils 16 A, CH-7013 Domat/Ems (CH). KETTL,
Ralph [DE/CH]; Punis 94 G, CH-7417 Paspels (CH).
- (74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GbR;
Mozartstrasse 17, 80336 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: COPOLYAMIDES

(54) Bezeichnung: COPOLYAMIDE

(57) Abstract: The invention relates to semi-crystalline, thermoplastically processible, semi-aromatic copolyamides which can be produced by condensing at least the following monomers or the precondensates thereof: a) terephthalic acid, b) at least one dimerised fatty acid containing up to 44 carbon atoms, and c) at least one aliphatic diamine of formula $H_2N-(CH_2)_x-NH_2$ wherein x represents a whole figure between 4 and 18.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft teilkristalline, thermoplastisch verarbeitbare, teilaromatische Copolyamide, herstellbar durch Kondensation von mindestens den folgenden Monomeren bzw. dessen Vorkondensaten: a) Terephthalsäure b) Wenigstens einer dimerisierten Fettsäure mit bis zu 44 Kohlenstoffatomen und c) Wenigstens eines aliphatischen Diamins der Formel $H_2N-(CH_2)_x-NH_2$, worin x eine ganze Zahl von 4-18 bedeutet.

Copolyamide

Die vorliegende Erfindung betrifft teilkristalline, thermoplastisch verarbeitbare teilaromatische Copolyamide, die neben Terephthalsäure und mindestens einem aliphatischen Diamin $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_x-\text{NH}_2$ mit $x = 4-18$ noch mindestens eine dimerisierte Fettsäure mit bis zu 44 Kohlenstoffatomen sowie gegebenenfalls weitere aromatische Dicarbonsäuren, aliphatische Dicarbonsäuren und Lactame oder ω -Aminocarbonsäuren enthalten und denen durch diese Auswahl der Komponenten eine gegenüber vergleichbaren teilaromatischen Copolyamiden erhöhte Zähigkeit verliehen wird.

Teilkristalline, teilaromatische Copolyamide mit Hexamethylen-terephthalamid-Einheiten neben anderen Amid-einheiten wurden vor etwa 12 Jahren in den Markt ein-

geführt und gehören seitdem zum festen Bestand thermoplastisch verarbeitbarer Konstruktionswerkstoffe. Dank ihrer hohen Schmelzpunkte von bis zu ca. 330°C zeichnen sich diese Produkte in Form ihrer glasfaser-
5 verstärkter Compounds durch eine sehr hohe Wärmeformbeständigkeit (HDT = Heat Distortion Temperature) aus. Zudem sind diese Produkte gegen viele aggressive Chemikalien auch bei vergleichsweise hohen Temperaturen noch beständig, was sie zusammen mit ihren hohen
10 HDT-Werten für Anwendungen geeignet macht, die mit konventionellen Polyamiden, z.B. PA6 oder PA66, nicht mehr realisiert werden können.

Eingehend beschrieben sind diese Produkte, für die sich inzwischen die allgemein akzeptierte Bezeichnung
15 „Polyphthalamide“ eingebürgert hat, - zum Teil aber auch die Verfahren zu ihrer Herstellung - in zahlreichen Patentschriften, zum Beispiel in der US 4,603,166, US 4,831,108, US 5,098,940, US 5,302,691, WO 90/02017, WO 92/10525, WO 95/01389, EP 0 360 611
20 B1, EP 0 449 466 B1, EP 0 550 314 B1, EP 0 550 315 B1, EP 0 693 515 B1 und DE 43 29 676 C1.

Die insgesamt ausgezeichneten Eigenschaften der Polyphthalamide dürfen jedoch nicht darüber hinweg täuschen, dass es bei einigen ihrer Eigenschaften noch
25 erheblichen Verbesserungsbedarf gibt. Insbesondere die Zähigkeit dieser Produkte, ausgedrückt durch ihre Schlag- und Kerbschlagzähigkeit, und häufig auch ihre Reißdehnung genügen nicht allen Anforderungen.

30 Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, neuartige teilkristalline, thermoplastisch verarbeit-

bare, teilaromatische Copolyamide mit erhöhter Zähigkeit bereitzustellen. Als zweite Aufgabe der Erfindung soll die Polymerstruktur dieser Produkte dabei so abgeändert werden, dass keine Änderung des Herstellungsverfahrens notwendig wird, die erfindungsgemäßen teilaromatischen Copolyamide also nach den bekannten Verfahren des Standes der Technik hergestellt werden können. Diese Aufgabe wird durch die teilkristallinen, thermoplastisch verarbeitbaren, teilaromatischen Copolyamide nach den Ansprüchen 1 bis 13, die nach Anspruch 14 zur Herstellung von Formkörpern mittels thermoplastischer Verarbeitungsverfahren verwendet werden können, gelöst.

Gelöst wird diese Aufgabe mit Copolyamiden, die aus bestimmten ausgewählten Monomeren bzw. Vorkondensaten hiervon erhalten worden sind. Neben Terephthalsäure (Komponente a) wird, wenigstens eine dimerisierte Fettsäure b) mit bis zu 44 Kohlenstoffatomen eingesetzt sowie wenigstens ein aliphatisches Diamin der Formel $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_x-\text{NH}_2$ (Komponente c) worin x eine ganze Zahl von 4-18 bedeutet. Gegebenenfalls werden weitere Monomere d), e) und f) (Ansprüche 2 bis 5) eingesetzt. Das erhaltene Copolymer hat bevorzugt einen mittels DSC gemessenen Schmelzpunkt von höchstens 335°C.

Die vorstehend beschriebenen Monomeren Ausgangskomponenten a) bis c) gegebenenfalls mit d) - f) werden dabei in solchen molaren Verhältnissen eingesetzt die zu Endprodukten führen die teilkristallin sind und einen Schmelzpunkt mittels DSC aufweisen der höchst-

tens 335°C beträgt.

Nachfolgend werden die einzelnen Monomere näher beschrieben.

5

Die dimerisierten Fettsäuren b) werden aus monomeren ungesättigten Fettsäuren mit bevorzugt 18 Kohlenstoffatomen durch eine spezifische Oligomerisationsreaktion erhalten. Bedingt durch diese Reaktion entstehen neben einer ungesättigten dimerisierten auch kleinere Mengen der trimerisierten Fettsäure. Durch anschließende katalytische Hydrierung können die C-C-Doppelbindungen entfernt werden. Der Begriff „dimerisierte Fettsäure“, wie er hier verwendet wird, bezieht sich auf beide Typen dieser Dicarbonsäuren, die gesättigten und die ungesättigten. Einzelheiten zur Struktur und den Eigenschaften der dimerisierten Fettsäuren finden sich im entsprechenden Merkblatt „Pripol C₃₆-Dimersäure“ der Firma UNICHEMA (Emmerich, D) oder in der Broschüre der Firma COGNIS (Düsseldorf, D) „Empol Dimer and Polybasic Acids; *Technical Bulletin 114C (1997)*“. Zur Herstellung von Polyamiden werden dimerisierte Fettsäuren mit einem Gehalt an trimerisierter Fettsäure von höchstens 3 Gew.-% verwendet. Es gibt sehr viele solcher Polyamide, die gewöhnlich sehr niedrig schmelzen oder gar keinen Schmelzpunkt aufweisen, hoch flexibel bis gummiartig sind und zur Herstellung flexibler Produkte wie Binder, Schuhkleber und Klebefilme verwendet werden. In der CA 861 620 sind derartige Produkte zum Beispiel beschrieben. Nur wenige, mit dimerisierten Fettsäuren modifizierte teilaromatische Copolyamide sind be-

10

15

20

25

30

kannt, die eine hohe Steifigkeit und Festigkeit aufweisen. Produkte dieses Typs sind zum Beispiel in der US 5,177,178 beschrieben, wobei es sich allerdings um amorphe Copolyamide handelt, die neben einer dimerisierten Fettsäure eine aromatische Dicarbonsäure und wenigstens ein cycloaliphatisches Diamin enthalten. Die Funktion der dimerisierten Fettsäure besteht hier darin, die Wasseraufnahme dieser amorphen Copolyamide zu verringern und die mit der Wasserabsorption verbundene Abnahme der Glasübergangstemperatur zu begrenzen (siehe Spalte 2, Zeile 18-23 und 48-54). In Spalte 4, Zeile 4-5 wird behauptet, die amorphen Copolyamide zeichneten sich durch eine hohe Schlagfestigkeit („...high...impact resistance.“) aus. Tatsächlich hat eine Überprüfung der Schlag- und Kerbschlagzähigkeit (Messmethoden: siehe unten) des Produktes nach Beispiel 1 gerade einmal Werte von 27 und 0,5 kJ/m² ergeben, was einem ausgesprochen spröden Bruchverhalten gleich kommt und nicht einmal den geringsten Anforderungen genügt. Die EP 0 469 435 B1 beansprucht ebenfalls dimerisierte Fettsäuren enthaltende amorphe Copolyamide, die sich von den Produkten der US 5,177,178 in der Struktur des verwendeten cycloaliphatischen Diamins unterscheiden. Mit den Schlag- und Kerbschlagzähigkeiten verhält es sich hier nicht viel anders als bei der US 5,177,178. Die Kerbschlagzähigkeiten der Copolyamide von Beispiel 3 und 4 werden mit 0,7 und 0,6 kJ/m² angegeben, die Schlagzähigkeiten von Beispiel 4 mit 35,3 kJ/m². Schließlich sagen die US 5,177,178 und die EP 0 469 435 B1 nichts über mögliche Effekte dimerisierter Fettsäuren als Bestandteil teilkristalliner, teilaromatischer

Copolyamide aus. Letzteres gilt auch für die US
5,708,125, welche dimerisierte Fettsäuren als Cokom-
ponenten von Vorkondensaten amorpher oder teilkri-
stalliner teilaromatischer Copolyamide zwar zulässt,
5 aber weder solche Beispiele enthält noch irgendwelche
Angaben über die Eigenschaften möglicher polymerer
Endprodukte macht.

Bei der Komponente c) handelt es sich um aliphatische
10 Diamine der Formel $H_2N-(CH_2)_x-NH_2$, worin x eine ganze
Zahl von 4-18 bedeutet. Bevorzugt enthalten die er-
findungsgemäßen Copolyamide Hexamethyldiamin, 1,9-
Diaminononan, 1,10-Diaminodecan, oder 1,12-
Diaminododecan.

Gegebenenfalls können die erfindungsgemäßen Copolya-
mide eine weitere aromatische Dicarbonsäure (d)), ei-
ne aliphatische Dicarbonsäure (e)) und ein Lactam
oder eine ω -Aminocarbonsäure (f)) mit 6-12 Kohlen-
20 stoffatomen enthalten, wobei bei d) die Isophthalsäu-
re, bei e) die Adipinsäure und bei f) Laurinlactam
oder ω -Aminolaurinsäure, bevorzugt ist.

Der Schmelzpunkt der erfindungsgemäßen Copolyamide
25 beträgt höchstens 335°C und für die in den Ansprüchen
7, 8, 9 und 10 definierten Copolyamiden liegt er min-
destens bei den dort angegebenen Temperaturen.

Die vorliegende Erfindung betrifft teilaromatische
30 Copolyamide, die aber nicht über ihren gesamten Zu-
sammensetzungsbereich teilkristallin sind und mithin
nicht immer einen Schmelzpunkt besitzen. Es ist des-

halb angebracht, Kriterien anzugeben, die es erlauben, zwischen teilkristallinen und amorphen Copolyamiden zu unterscheiden und zusätzlich den Schmelzpunkt der teilkristallinen Produkte anzugeben. Bei

5 den amorphen Polyamiden bietet diesbezüglich z.B. der Artikel "Structure Property Relationship in Amorphous Polyamides" von J.G. Dolden, erschienen in Polymer 1976, Vol. 17, Seiten 875 bis 892, wertvolle Hilfe-

10 stellung. Die Vorhersage von Teilkristallinität teilaromatischer Copolyamide ist wenigstens für die Gruppe der sogenannten isomorphen Copolyamide sicher möglich. Beispiele derartiger Systeme sind PA-66/6T, PA-46/4T, PA-106/10T und PA-68/6PBDA auf Basis Hexa-

15 methyldiamin (HMD)/Adipinsäure (ADS)/Terephthalsäure (TPS) bzw. Tetramethyldiamin/ADS/TPS bzw. Decamethyldiamin/ADS/TPS und HMD/Suberinsäure/p-Benzoldiessigsäure (PBDA). Näheres dazu ist in zahlreichen Publikationen zu finden, z.B. bei H. Plimmer et al.

20 in der Brit. Pat. Appl. 604/49, Imperial Chemical Industries Ltd. (1949); R. Gabler, CH-A-280 367, Inventta AG (1949); M. Levin und S.C. Temin, J. Polym. Sci. 49, 241-249 (1961); T. Sakashita et al. in der US 4,607,073, Mitsui Petrochemical Industries Ltd.

25 (1985); bei S. Yamamoto und T. Tataka, EP 0 449 466 B1, Mitsui Petrochemical Industries sowie in Brit. Pat. Appl. 766 927, California Research Corporation (1954). Informationen über nicht-isomorphe Copolyamide, die in bestimmten Bereichen ihrer Zusammensetzung amorphe Strukturen aufweisen können, finden sich in

30 einigen der vorstehenden Publikationen und bei A.J. Yu und R.D. Evans, J. Am. Chem. Soc., 20 5261-5365 (1959) sowie F.B. Cramer und R.G. Beamann, J. Polym.

Sci., 21, 237-250 (1956).

Sollte auf Grund der oben aufgeführten Publikationen und dort zitierter weiterer Arbeiten keine schlüssige Antwort möglich sein, ob eine gegebenes Copolyamid teilkristallin oder amorph ist oder welchen Schmelzpunkt es aufweist, so hilft ein Vorversuch zur Herstellung des betreffenden Produkts in einem kleinen Laborautoklaven weiter. Zu diesem Zweck werden die jeweiligen Komponenten zusammen mit Wasser vermischt und nach Spülen mit einem Inertgas im geschlossenen Autoklaven aufgeheizt. Nach Erreichen von 200 bis 230°C Produkttemperatur wird Wasserdampf durch Öffnen des Abgasventils abgelassen und unter weiterem Aufheizen auf 250 bis 290°C auf Umgebungsdruck entspannt. Dabei muss allerdings in Kauf genommen werden, dass im Verlauf dieser Prozedur höher schmelzende Copolyamide bei bestimmten Betriebszuständen spontan kristallisieren und den Rührer blockieren können. Das betreffende Produkt wird dem Autoklaven entnommen und mittels Differential Scanning Calorimetry (DSC) auf seinen Schmelzpunkt untersucht. Die DSC-Messung wird an ein- und derselben Probe zweckmäßigerweise ein- bis zweimal wiederholt, um eine definierte thermische Vorgeschichte des jeweiligen Copolyamids sicherzustellen. Im einfachsten Fall kann anstelle eines Autoklaven auch ein drucklos betriebenes rühr- und inertisierbares Gefäß, z.B. ein Glaskolben, zur Durchführung des Vorversuchs verwendet werden. Die Temperatur am Ende der Reaktion sollte dabei ebenfalls zwischen 250 bis 290°C liegen.

Die oben genannten Publikationen beziehen sich zwar nur auf Produkte ohne dimerisierte Fettsäuren, aber trotzdem lassen sich aus deren Schmelzpunkten recht genaue Vorhersagen über das Schmelzverhalten der entsprechenden Copolyamide treffen, die bis zu ca. 30 Gew.-% dimerisierte Fettsäuren enthalten.

Es hat sich nämlich gezeigt, dass dimerisierte Fettsäuren in teilaromatischen Copolyamiden eine überraschend geringe Schmelzpunktdepression verursachen und das Kristallisationsverhalten nur wenig beeinträchtigen. Damit ist mit den dimerisierten Fettsäuren ein Mittel bereitgestellt worden, mit dem nicht nur die Zähigkeit teilkristalliner, teilaromatischer Copolyamide erhöht wird, sondern auch deren Schmelz- und Kristallisationsverhalten (Erstarrungstemperatur und -geschwindigkeit bei gegebener Abkühlrate) weitgehend beibehalten wird.

In dieser besonders günstigen Eigenschaftskombination sind die erfindungsgemäßen Copolyamide den in der EP 0 550 314 B1 und EP 0 550 315 B1 beschriebenen Copolyamiden auf Basis Terephthatsäure, Hexamethylendiamin und Laurinlactam deutlich überlegen. Damit diese PA-6T/12-Formulierungen auf eine genügende Zähigkeit gebracht werden können, müssen sie mindestens 55 mol-% PA-12-Einheiten enthalten. Bei dieser Zusammensetzung beträgt der Schmelzpunkt allerdings nur noch 245°C und die Erstarrungsgeschwindigkeit ist vergleichsweise gering.

Die erfindungsgemäßen Copolyamide können zur Regelung ihres Molekulargewichts selbstverständlich kleine Mengen aliphatischer, cycloaliphatischer oder aromatischer Monocarbonsäuren und/oder Monoamine enthalten, die den Komponenten vor oder während der Polykondensation zugesetzt werden. Ihre Herstellung geschieht nach bekannten Verfahren, wie sie beispielsweise in der US 4,831,108, US 5,098,940, US 5,708,125, EP 0 550 315 B1 oder der DE 4,329,676 C1 beschrieben sind.

Ferner ist es möglich die erfindungsgemäßen Copolyamide je nach ihrer Verwendung auf verschiedene Weise weiter zu modifizieren. So ist bei den Copolyamiden, welche durch thermoplastische Verarbeitungsverfahren wie Spritzgießen, Spritzgießschweißen, Extrusion, Coextrusion, Blasformen, Tiefziehen und vergleichbare Verarbeitungsverfahren zu den entsprechenden Gegenständen umgearbeitet werden, der Zusatz von Verstärkungsmitteln und Füllstoffen wie Glasfasern, Kohlefasern, Mineralien (u. a. Schichtsilikaten) und anderen Modifizierungsmitteln, beispielsweise Hitzestabilisatoren, UV-Stabilisatoren, Antistatikmitteln, flammhemmenden Additiven, Gleit- oder Entformungsmitteln, gängige Praxis. Zu den genannten thermoplastischen Verarbeitungsverfahren sollen noch folgende Varianten erwähnt werden: Herstellung von Hart-Weich-Verbunden z. B. durch Spritzgießen oder Extrusion, sequentielle Coextrusion (z. B. gemäß EP 0 659 534 B1), sequentielle Extrusionsblasformen (z. B. gemäß EP 0 659 535 B1), 3D-Blasformen, Coextrusionsblasformen, Coextru-

sions-3D-Blasformen, Coextrusions-Saugblasformen, Spritzgießen mit Gasinnendrucktechnik (GIT) und Wasserinnendrucktechnik (WIT). Bei der Hitze- und UV-Stabilisierung kann unter anderem auf die Methoden und Additive zurückgegriffen werden, wie sie in der DE 195 37 614 C2 oder der EP 0 818 491 B2 beschrieben sind. Die erfindungsgemäßen Copolyamide können weiterhin mit anderen Polymeren vermischt werden, z.B. anderen teilaromatischen oder aliphatischen Polyamiden, z.B. PA12 oder PA66, oder mit Polyolefinen, die mit polaren bzw. reaktiven Gruppen, wie z.B. Carboxylgruppen, Anhydridgruppen, Imidgruppen oder Glycidyl(meth)acrylatgruppen versehen sind. Bei diesen funktionalisierten Polyolefinen handelt es sich insbesondere um Copolymere mit (i) einem Monomeren von Ethylen oder α -Olefin oder gegebenenfalls einem Diolefin und (ii) mindestens einem Comonomeren, das unter Vinylestern, gesättigten Carbonsäuren, ungesättigten Mono- und Dicarbonsäuren, deren Estern und Salzen, sowie Dicarbonsäureanhydriden (bevorzugt Maleinsäureanhydrid) ausgewählt ist. Die funktionalisierten Polyolefine wirken unter anderem als Viskositätsmodifikatoren. Ausgangsbasis für funktionalisierte Polyolefine sind z. B. Polyethylene (HDPE, LDPE, LLDPE), Ethylen/Propylen-, Ethylen/1-Buten-Copolymere, EPM, EPDM, SBS, SIS und SEBS.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Copolyamide kann nach bekannten Verfahren erfolgen. Stellvertretend ist auf die US 5,708,125 und US 4,831,108 zu verweisen.

Die Erfindung betrifft weiterhin Formkörper hergestellt aus oder mit Copolyamiden wie vorstehend beschreiben. Als besonders geeignet hat es sich erwiesen, die Copolyamide für Hart-Weich-Verbunde einzusetzen.

Beispiele:

Die folgenden Beispiele erläutern die Erfindung. Alle Produkte wurden nach einem mehrstufigen Verfahren hergestellt. Die Vorkondensatherstellung wurde nach dem in der US 5,708,125 beschriebenen Verfahren durchgeführt, die Nachkondensation in der Schmelze entsprach unter anderem dem in der US 4,831,108 beschriebenen Verfahren.

In der ersten Stufe wird zunächst bei 190°C eine wässrige Lösung der Komponenten mit 20-30 Gew.-% Wasser in einem mit Stickstoff inertisierbaren, gerührten Druckgefäß (V = 20 ltr) hergestellt. Bei dieser Temperatur wird zwei Stunden gerührt, bis sich ein Druck von etwa 1,0 MPa eingestellt hat. Nach Beendigung dieser Stufe wird die Lösung aus dem Vorlagegefäß unter Druck in einen 20 ltr-Rührautoklaven abgelassen und dort auf 260°C aufgeheizt, wobei durch wiederholtes Öffnen eines Abgasventils der Druck bei 3,3 MPa gehalten wird. Sobald nach etwa 2 Stunden - auch ohne weitere Betätigung des Ventils - der Druck konstant bleibt, wird das Bodenventil geöffnet und die Vorkondensat-Lösung abgelassen und in einen Zyklon versprüht. Dabei verdampft ein Grossteil des Was-

sers und es bleiben unregelmäßig geformte Partikel des betreffenden Vorkondensats zurück, die bei 80°C im Vakuum getrocknet und anschließend zu einem Pulver vermahlen werden.

5

Zur Erzeugung der hochmolekularen Copolyamide werden die Vorkondensate in der Schmelze in einem gleichläufigen Doppelschneckenextruder vom Typ ZSK 25 (Fabrikat der Fa. Werner & Pfleiderer; Stuttgart, D) unter folgenden Bedingungen

10

nachkondensiert. Die hochviskose Polymerschmelze wird als Strang abgezogen, abgekühlt und granuliert

Vorkondensatdosierung und -durchsatz: 4 kg/h

15

Schneckendrehzahl: 100 UPM

Temperaturen (Zone 1-12):

30/40/100/300/350/370/370/370/370/ 360/330 und 330°C

Entgasung: Zone 10 unter N₂

20

Trocknung des Granulats: 24 Stunden bei 100°C im Vakuum

Die Lösungsviskosität von Vorkondensat und fertigem Copolyamid wurde in 0,5 Gew.-%iger Lösung in m-Kresol bei 20°C bestimmt. Die Bestimmung der Endgruppenkonzentrationen erfolgte mittels acidimetrischer Titration. Die Aminoendgruppen wurden in m-Kresol/iso-Propanol-2:1 (Gew.-Teile) als Lösungsmittel mit 0,1-normaler ethanolischer Perchlorsäure

25

30

titriert. Die Titration der Carboxylendgruppen erfolgte in einem ortho-Kresol/Benzylalkohol-Gemisch

als Lösungsmittel mit 0,1-normalem tert-Butylammoniumhydroxid.

Die DSC-Messungen wurden mit dem Gerät der Firma TA-Instruments, Typ Universal V2.3C durchgeführt.

Zur Messung des Zug-Elastizitätsmoduls und der Reißdehnung wurde Zugversuche an spritzgegossenen Zugstäben gemäß ISO 527 durchgeführt. Die Messung von Schlag- bzw. Kerbschlagzähigkeit wurde nach ISO 179/2-1eU bzw. ISO 179/2-1eA an spritzgegossenen Prüfkörpern entsprechender Geometrie durchgeführt.

Die in den Beispielen verwendeten Abkürzungen haben folgende Bedeutung:

TPS	Terephthalsäure
HMD	Hexamethyldiamin
P1012	Pripol 1012 (= C ₃₆ -Dimersäure)
IPS	Isophthalsäure
ADS	Adipinsäure
ALS	ω -Aminolaurinsäure
NHP	Natriumhypophosphit (NaH ₂ PO ₂)
WW	Weichwasser
RV	Relative Lösungsviskosität in 0,5%-iger Lösung in m-Kresol bei 20°C
[C]	Carboxylendgruppenkonzentration in meq/kg
[A]	Aminoendgruppenkonzentration in meq/kg
SMP	DSC-Schmelzpunkt (°C)
SZ	Schlagzähigkeit bei 23°C in kJ/m ²
KSZ	Kerbschlagzähigkeit bei 23°C in kJ/m ²
EMOD	Zug-Elastizitätsmodul in MPa
RD	Reißdehnung in %

Tabelle 1 Rezepturen

Beispiel	TPS	HMD	P1012	IPS	ADS	ALS	NHP	WW
	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]	[Gew.-%]
Vgl. 1a)	28,60	29,15		12,25			0,02	29,99
Vgl. 2b)	23,10	30,23			16,62		0,02	30,03
Vgl. 3c)	20,36	14,66				34,95	0,02	30,00
1	23,77	26,09	12,41	9,14			0,02	28,57
2	21,03	28,59	6,80		14,99		0,02	28,57
3	21,10	19,00	18,15			11,71	0,02	30,01

5

- a) gemäß EP 0 360 611 B1 (MITSUI)
b) gemäß EP 0 449 466 B1 (MITSUI)
c) gemäß EP 0 550 314 B1 (ELF ATOCHEM S.A.)

10

Tabelle 2: Relative Viskositäten, Endgruppen und DSC-Schmelzpunkte

Beispiel	Vorkondensat			Copolyamid	
	RV	[A]	[C]	RV	SMP
Vgl. 1	1,137	—	—	1,91	330
Vgl. 2	1,125	—	—	1,93	315
Vgl. 3	1,122	1410	1247	1,87	248
1	1,107	1588	1378	1,82	323
2	1,141	1184	1010	1,98	305
3	1,119	1470	1297	1,84	294

Tabelle 3: Mechanische Eigenschaften der Copolyamide
im trockenen Zustand

Beispiel	SZ	KSZ	EMOD	RD
Vgl.1	58	4	3900	2
Vgl.2	97	5	4000	3
Vgl.3	40 % o.B.	7	3300	5
1	60 % o.B.	10	3100	4
2	o.B.	10	3060	6
3	o.B.	12	2700	9

5 o.B.: ohne Bruch

Patentansprüche

- 5 1. Teilkristalline, thermoplastisch verarbeitbare, teilaromatische Copolyamide, herstellbar durch Kondensation von mindestens den folgenden Monomeren bzw. dessen Vorkondensaten:
- a) Terephthalsäure
- b) wenigstens einer dimerisierten Fettsäure mit bis zu 44 Kohlenstoffatomen und
- 10 c) wenigstens eines aliphatischen Diamins der Formel $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_x-\text{NH}_2$, worin x eine ganze Zahl von 4-18 bedeutet.
- 15 2. Copolyamide nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzpunkt dieser Copolyamide, gemessen mittels DSC (Differential Scanning Calorimetry), höchstens 335 °C beträgt.
- 20 3. Copolyamide nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere aromatische Dicarbonsäure d) mit 8-12 C-Atomen vorhanden ist.
- 25 4. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine aliphatische Dicarbonsäure e) mit 6-18 C-Atomen vorhanden ist.
- 30 5. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als weitere Monomere f) zusätzlich ein Lactam und/oder eine Amino-carbonsäure mit 6-12 C-Atomen, bevorzugt ω -Aminolaurinsäure, vorhanden sind.

6. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die aromatische Dicarbonsäure d) Isophthalsäure ist.
- 5 7. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die aliphatische Dicarbonsäure e) Adipinsäure ist.
- 10 8. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass neben den Monomeren a), b) und c) worin $x = 6$ ist, Isophthalsäure (d) vorhanden ist und der Schmelzpunkt dieser Copolyamide, gemessen mittels DSC, mindestens 290 °C beträgt.
- 15 9. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass neben den Monomeren a), b) und c) worin $x = 6$ ist, Adipinsäure (e) vorhanden ist und der Schmelzpunkt dieser Copolymeren, gemessen mittels DSC, mindestens 270 °C beträgt.
- 20 10. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass neben den Monomeren a), b) und c) worin $x = 6$ ist, Isophthalsäure (d) und Adipinsäure (e) vorhanden ist und der Schmelzpunkt dieser Copolyamide, gemessen mittels DSC, mindestens 265 °C beträgt.
- 25 11. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass neben den Monomeren a), b) und c) worin $x = 6$ ist, Laurinlactam (f) oder ω -Aminododekansäure (f) vorhanden ist und der Schmelzpunkt dieser Copolyamide, gemessen
30 mittels DSC, mindestens 255 °C beträgt.

12. Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 und 3 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass $x = 9, 10$ oder 12 ist.
- 5 13. Copolyamide nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass neben den Komponenten a), b) und c) Adipinsäure (e) vorhanden ist.
- 10 14. Verwendung der Copolyamide nach einem der Ansprüche 1 bis 13
zur Herstellung von Formkörpern mittels thermoplastischer Verarbeitungsverfahren.
- 15 15. Verwendung der Copolyamide nach Anspruch 14, wobei als Formkörper Hart-Weich-Verbunde hergestellt werden.
- 20 16. Verwendung der Copolyamide nach Anspruch 14 oder 15, wobei das Verarbeitungsverfahren ausgewählt ist aus Extrusion, Spritzgießen, Coextrusion, Blasformen, Tiefziehen, sequentielle Coextrusion, sequentielles Extrusionsblasformen, 3D-Blasformen, Coextrusionsblasformen, Coextrusions-3D-Blasformen und Coextrusions-Saugblasformen.
- 25 17. Formkörper hergestellt aus oder mit Copolyamiden gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13.
18. Formkörper nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Hart-Weich-Verbund ist.